







Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto
“Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:
Minera Panamá, S.A.





Abril, 2015

Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:



Elaborado por:



Abril, 2015

	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIPROCA-AA-003-2012	Venicia Cerrud AG-0141-2013	Roy Quintero DIPROCA-AA-031-2013	Karina Guillén

Índice

2.7.1. Introducción 4
2.7.2. Objetivo general 5
2.7.3. Objetivos específicos 5
2.7.4. Aspecto Metodológico 6
2.7.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición 7
2.7.6. Resultados 7
2.7.7 Conclusión 22
2.7.8. Recomendaciones 23
Anexos 24
Anexo 2.7.1 Data generada por el equipo durante las mediciones 25
Anexo 2.7.2 Certificado de calibración del equipo 30
Anexo 2.7.3 Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá 33

2.7.1. Introducción

La vibración es un movimiento oscilatorio de partículas de los cuerpos sólidos respecto a una posición de referencia, en relación al tiempo; es el número de veces por segundo que se realiza un ciclo completo al cual se le llama frecuencia y se mide en hertzios[1] (ISO 1997; OIT 2001).

La vibración puede ser general, que es aquella que se transmite a todo el cuerpo, a través de las superficies de apoyo como los pies, regiones glúteas o puede ser local, la cual se refiere a la vibración aplicada a partes específicas del cuerpo, como las manos y brazos (MICI- DGNTI 2000).

Su valoración se hace a través de un instrumento de medida conocido como Vibrómetro, que contiene en su interior unos filtros de ponderación que se integran de acuerdo al potencial lesivo, el cual mide las siguientes variables: frecuencia, amplitud, eje X, Y o Z de entrada por mano-brazo o por cuerpo entero. Las vibraciones pueden alterar las actividades del trabajador ya que deteriora la adquisición de información y la salida de información (ya sea afectando la capacidad de concentración del trabajador, deteriorando sus capacidades motoras o coordinación). Con frecuencia no es posible relacionar directamente las alteraciones de las funciones fisiológicas en condiciones de campo con las vibraciones, dado que ésta suele actuar conjuntamente con otros factores significativos como la elevada tensión mental o el ruido (OIT 2001).

La ausencia de control de información durante las vibraciones de cuerpo completo es la alteración más clara de la función fisiológica normal del sistema neuromuscular. Estas vibraciones junto con la aceleración transitoria, genera una aceleración electromiográfica de los músculos superficiales de la espalda del trabajador sentado, esto ocasiona una contracción tónica.

---

[1] Unidad de frecuencia en el Sistema Internacional, equivalente a la frecuencia de un movimiento vibratorio que ejecuta una vibración cada segundo. Su símbolo es Hz

En exposiciones crónicas, los efectos nocivos más graves y frecuentes son las alteraciones en la columna vertebral y en el sistema nervioso central. Otros tipos de riesgos importantes para la salud producto de la vibración, son los trastornos de la circulación periférica (venas varicosas y hemorroides), cardiopatía isquémica, hipertensión, alteraciones neurovasculares y enfermedades gastrointestinales (Pichardo y Jiménez 2007).

En Panamá, el Reglamento Técnico DGNTI[2]-COPANIT[3] 45-2000[4], establece los límites máximos permisibles y el tiempo al que un trabajador puede estar expuesto a vibraciones, durante su jornada laboral. El presente informe contempla el análisis de los resultados obtenidos en los monitoreos de vibraciones, realizados a los trabajadores de diferentes áreas del Proyecto "Mina de Cobre Panamá".

2.7.2. Objetivo general

Evaluar los niveles de vibración a los que están expuestos los trabajadores del Proyecto "Mina de Cobre Panamá" durante el desarrollo de sus actividades.

2.7.3. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes que generan vibración dentro del Proyecto
- Evaluar los niveles de vibración de la fuente identificada, para establecer la relación entre los niveles máximos permisibles de vibración y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, según los requisitos que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

---

[2] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial
[3] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas
[4] Reglamento Técnico que aplica para Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones.

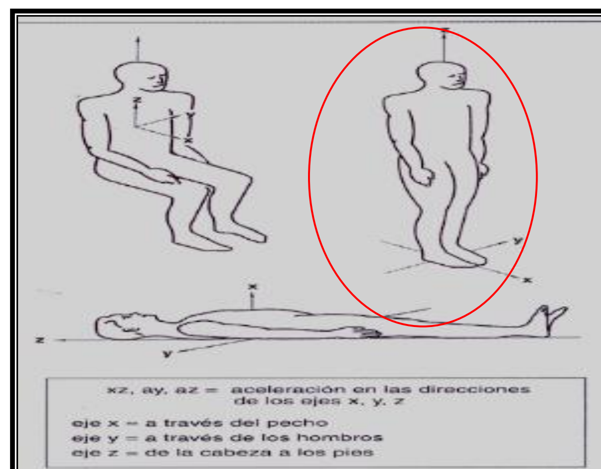
2.7.4. Aspecto Metodológico

Los parámetros a evaluar son el valor de la raíz media cuadrática de la aceleración de la vibración, así como el tiempo de exposición del trabajador. Al existir vibración en más de una dirección, se depreciará la posible interacción entre ellas (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000).

Las mediciones fueron realizadas del 14 al 17 de abril del 2015; el sensor del vibrómetro se colocó en los asientos de las diferentes maquinarias y puestos de trabajo en estructuras dentro del Proyecto, con el propósito de medir las vibraciones percibidas por los operadores.

Se realizó la programación del equipo para medir las vibraciones a los trabajadores expuestos y se utilizó el filtro Wk, el cual sirve para medir vibraciones de todo el cuerpo en la dirección de la columna vertebral, en personas de pie o sentadas; para medir vibraciones en sentido vertical a la superficie donde se encuentran, en el caso de personas tumbadas; así como vibraciones en las tres direcciones espaciales (eje X, Y, Z), que influyen en los pies de las personas sentadas según la ISO 2631-1, tal como se muestra en la imagen 2.7.1 (persona en posición sentada).

Imagen 2.7.1. Esquema de la medición de vibración
en las tres direcciones espaciales



Fuente: ISO 2631-1:1997.

2.7.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición

En la tabla 2.7.1 se muestran las especificaciones del equipo (Medidor de vibraciones) y datos generales de las mediciones.

Tabla 2.7.1. Información técnica del equipo utilizado y datos de las mediciones

Información técnica	
Equipo empleado	Medidor de Vibraciones
Fabricante	Casella
Modelo	CEL-960
Calibración	27 de mayo de 2014 En el anexo 2.7.2 se adjunta el certificado de calibración del equipo
Norma aplicada	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 (ver Reglamento en el anexo 2.7.3).
Día de la medición	14 al 17 de abril de 2015
Tiempo de Medición	(15 minutos/dirección espacial(X, Y y Z)) por cada punto
Nombre del técnico (a)	Venicia Cerrud y Roy Quintero

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo de medición, 2015.

2.7.6. Resultados

En la tabla 2.7.2 se muestran los datos de las mediciones que se efectuaron en el Proyecto.

Tabla 2.7.2. Datos de la medición

Vibraciones- Proyecto “Mina de Cobre Panamá”				
Área de trabajo	**Fecha y hora de medición**	**Nombre del Operador**	**Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)**	**Equipo**
Depósito de Material Estéril (Punto 1)	14 de abril de 2015 1:25 p.m.	Luciano Robitson	995309 N/ 533807 E	Tractor de Cadena
Depósito de Material Estéril (Punto 2)	14 de abril de 2015 9:08 a.m.	José Yangüez	995309 N/ 533807 E	Tractor de Cadena
Túnel de Decantación (Decant Tunnel)	15 de abril de 2015 3:42 p.m.	Mario Caballero	983178 N/ 535013 E	Tractor de Cadena
Planta de Concreto-Puerto	17 de abril de 2015 8:55 a.m.	Luis Saldaña	995986 N/ 534010 E	Cabina de Planta
Planta de Generación Eléctrica	17 de abril de 2015 10:39 a.m.	Gilberto Quiróz	996587 N/ 534005 E	Tractor de Cadena
Rompeolas	17 de abril de 2015 1:15 p.m.	Italo Guevara	996964 N/ 533707 E	Retroexcavadora
Depósito de Material Estéril 45 (Punto 3)	17 de abril de 2015 2:18 p.m.	Noé Orellana	995461 N/ 533795 E	Excavadora Hidraúlica

Fuente: CODESA, 2015.

Depósito de Material Estéril 45 (Punto 1)

El monitoreo realizado a Luciano Robitson (asiento del operador del tractor de cadena) en el área de Depósito de Material Estéril 45 (Punto 1) (ver imágenes 2.7.2 y 2.7.3), registró valores debajo de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.7.3).

Tabla 2.7.3. Resultado de Monitoreo de Vibraciones-Depósito de Material Estéril 45 (Punto 1)

Depósito de Material Estéril 45 (Punto 1)						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	$5,72x10^{-2}$	**1,270**	0,164	**1,270**	$4,14x10^{-3}$	**3,560**
1,25	$4,85x10^{-2}$	**1,270**	0,231	**1,270**	$3,67x10^{-3}$	**3,180**
1,6	$6,04x10^{-2}$	**1,270**	0,285	**1,270**	$5,18x10^{-3}$	**2,820**
2	0,108	**1,270**	0,345	**1,270**	$3,67x10^{-3}$	**2,510**
2,5	0,335	**1,580**	0,362	**1,580**	$3,66x10^{-3}$	**2,220**
3,15	0,925	**2,010**	0,310	**2,010**	$1,10x10^{-2}$	**1,980**
4	0,511	**2,540**	0,385	**2,540**	$4,73x10^{-3}$	**1,780**
5	0,402	**3,170**	0,678	**3,170**	$4,49x10^{-3}$	**1,780**
6,3	0,631	**4,010**	1,12	**4,010**	$8,85x10^{-3}$	**1,780**
8	0,373	**5,090**	1,15	**5,090**	$4,73x10^{-3}$	**1,780**
10	0,457	**6,330**	0,061	**6,330**	$4,49x10^{-3}$	**2,260**
12,5	0,363	**7,910**	0,314	**7,910**	$8,85x10^{-3}$	**2,830**
16	0,362	**10,17**	0,454	**10,17**	$5,02x10^{-3}$	**3,560**
20	0,387	**12,66**	0,567	**12,66**	$3,67x10^{-3}$	**4,520**
25	0,463	**15,83**	0,544	**15,83**	$1,10x10^{-2}$	**5,650**
31,5	0,476	**20,07**	0,550	**20,07**	$3,67x10^{-3}$	**7,080**
40	0,509	**25,44**	0,400	**25,44**	$4,10x10^{-3}$	**9,040**
50	0,404	**31,65**	0,220	**31,65**	N.D.	**11,31**
63	0,208	**40,13**	0,142	**40,13**	$6,11x10^{-3}$	**14,14**
80	0,138	**50,87**	0,102	**50,87**	$1,40x10^{-45}$	**17,81**

Fuente: CODESA, 2015.
N.D. No Detectable para el equipo, valor muy por debajo de 0,04 m/s que es el límite inferior.





Imágenes 2.7.2 y 2.7.3. Monitoreo de vibración al operador del tractor de cadena Luciano Robitson en el área de Depósito de Material Estéril 45 (Punto 1) (995309 N/ 533807 E)

Depósito de Material Estéril 45 (Punto 2)

En la tabla 2.7.4. se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en el área de Depósito de Material Estéril 45 (Punto 2) al trabajador José Yangüez (asiento del operador del tractor de cadena) (ver imágenes 2.7.4 y 2.7.5), se encuentran por debajo de los valores normados en el Reglamento Técnico.

Tabla 2.7.4. Resultado de Monitoreo de Vibraciones-Depósito de Material Estéril 45 (Punto 2)

Depósito de Material Estéril 45 (Punto 2)						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	$1,15x10^{-2}$	**1,270**	$8,42x10^{-3}$	**1,270**	$4,09x10^{-3}$	**3,560**
1,25	$4,49x10^{-2}$	**1,270**	$4,10x10^{-3}$	**1,270**	$3,69x10^{-3}$	**3,180**
1,6	$8,85x10^{-3}$	**1,270**	$8,77x10^{-3}$	**1,270**	$8,85x10^{-3}$	**2,820**
2	$4,73x10^{-3}$	**1,270**	$4,74x10^{-3}$	**1,270**	$4,73x10^{-3}$	**2,510**

Depósito de Material Estéril 45 (Punto 2)						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
2,5	$3,67x10^{-3}$	**1,580**	$3,68x10^{-3}$	**1,580**	$3,66x10^{-3}$	**2,220**
3,15	N.D.	**2,010**	N.D.	**2,010**	N.D.	**1,980**
4	$6,15x10^{-3}$	**2,540**	$6,14x10^{-3}$	**2,540**	$6,11x10^{-3}$	**1,780**
5	N.D.	**3,170**	N.D.	**3,170**	N.D.	**1,780**
6,3	$5,18x10^{-3}$	**4,010**	$5,18x10^{-3}$	**4,010**	$5,18x10^{-3}$	**1,780**
8	$5,02x10^{-3}$	**5,090**	$5,01x10^{-3}$	**5,090**	$5,02x10^{-3}$	**1,780**
10	$3,67x10^{-3}$	**6,330**	$3,66x10^{-3}$	**6,330**	$3,67x10^{-3}$	**2,260**
12,5	$1,04x10^{-2}$	**7,910**	$1,04x10^{-2}$	**7,910**	$1,04x10^{-2}$	**2,830**
16	$4,10x10^{-3}$	**10,17**	$4,10x10^{-3}$	**10,17**	$4,10x10^{-3}$	**3,560**
20	$4,23x10^{-3}$	**12,66**	$4,23x10^{-3}$	**12,66**	$4,23x10^{-3}$	**4,520**
25	$4,73x10^{-3}$	**15,83**	$4,73x10^{-3}$	**15,83**	$4,73x10^{-3}$	**5,650**
31,5	$4,10x10^{-3}$	**20,07**	$4,10x10^{-3}$	**20,07**	$4,10x10^{-3}$	**7,080**
40	$4,23x10^{-3}$	**25,44**	$4,23x10^{-3}$	**25,44**	$4,23x10^{-3}$	**9,040**
50	$5,18x10^{-3}$	**31,65**	$5,18x10^{-3}$	**31,65**	$5,18x10^{-3}$	**11,31**
63	$4,10x10^{-3}$	**40,13**	$4,10x10^{-3}$	**40,13**	$4,10x10^{-3}$	**14,14**
80	$3,67x10^{-3}$	**50,87**	$3,66x10^{-3}$	**50,87**	$3,67x10^{-3}$	**17,81**

Fuente: CODESA, 2015.

N.D. No Detectable para el equipo, valor muy por debajo de 0,04 m/s que es el límite inferior.





Imágenes 2.7.4 y 2.7.5. Monitoreo de vibración al operador del tractor de cadena José Yangüez en el área del Depósito de Material Estéril 45 (Punto 2) (995309 N/ 533807 E)

Túnel de Decantación (Decant Tunnel)

La data registrada durante la medición en el área Túnel de Decantación (Decant Tunnel) al asientodel operario del tractor de cadena Mario Caballero (ver imágenes 2.7.6 y 2.7.7), se encuentra dentro de los límites máximos permitidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.7.5).

Tabla 2.7.5. Resultado de Monitoreo de Vibraciones-Túnel de Decantación (Decant Tunnel)

Túnel de Decantación (Decant Tunnel)						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	$3,79 x 10^{-3}$	**1,270**	$3,78 x 10^{-3}$	**1,270**	$3,77 x 10^{-3}$	**3,560**
1,25	$3,67 x 10^{-3}$	**1,270**	$3,67 x 10^{-3}$	**1,270**	$3,67 x 10^{-3}$	**3,180**
1,6	$8,85 x 10^{-3}$	**1,270**	$8,85 x 10^{-3}$	**1,270**	$8,85 x 10^{-3}$	**2,820**
2	$4,73 x 10^{-3}$	**1,270**	$4,73 x 10^{-3}$	**1,270**	$4,73 x 10^{-3}$	**2,510**

Túnel de Decantación (Decant Tunnel)						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
2,5	$3,66x10^{-3}$	**1,580**	$3,66x10^{-3}$	**1,580**	$3,67x10^{-3}$	**2,220**
3,15	N.D.	**2,010**	N.D.	**2,010**	N.D	**1,980**
4	$6,11x10^{-3}$	**2,540**	$6,11x10^{-3}$	**2,540**	$6,11x10^{-3}$	**1,780**
5	N.D.	**3,170**	N.D.	**3,170**	N.D.	**1,780**
6,3	$5,18x10^{-3}$	**4,010**	$5,18x10^{-3}$	**4,010**	$5,18x10^{-3}$	**1,780**
8	$5,02x10^{-3}$	**5,090**	$5,02x10^{-3}$	**5,090**	$5,02x10^{-3}$	**1,780**
10	$3,67x10^{-3}$	**6,330**	$3,67x10^{-3}$	**6,330**	$3,67x10^{-3}$	**2,260**
12,5	$1,04x10^{-2}$	**7,910**	$1,04x10^{-2}$	**7,910**	$1,04x10^{-2}$	**2,830**
16	$4,10x10^{-3}$	**10,17**	$4,10x10^{-3}$	**10,17**	$4,10x10^{-3}$	**3,560**
20	$4,23x10^{-3}$	**12,66**	$4,23x10^{-3}$	**12,66**	$4,23x10^{-3}$	**4,520**
25	$4,73x10^{-3}$	**15,83**	$4,73x10^{-3}$	**15,83**	$4,73x10^{-3}$	**5,650**
31,5	$4,10x10^{-3}$	**20,07**	$4,10x10^{-3}$	**20,07**	$4,10x10^{-3}$	**7,080**
40	$4,23x10^{-3}$	**25,44**	$4,23x10^{-3}$	**25,44**	$4,23x10^{-3}$	**9,040**
50	$5,18x10^{-3}$	**31,65**	$5,18x10^{-3}$	**31,65**	$5,18x10^{-3}$	**11,31**
63	$4,10x10^{-3}$	**40,13**	$4,10x10^{-3}$	**40,13**	$4,10x10^{-3}$	**14,14**
80	$3,67x10^{-3}$	**50,87**	$3,67x10^{-3}$	**50,87**	$3,67x10^{-3}$	**17,81**

Fuente: CODESA, 2015.

N.D. No Detectable para el equipo, valor muy por debajo de 0,04 m/s que es el límite inferior.





Imágenes 2.7.6 y 2.7.7. Monitoreo de vibración al operador del tractor Mario Caballero en el área de Túnel de Decantación (Decant Tunnel) (983178 N/ 535013 E)

Planta de Concreto-Puerto

La medición de vibración humana realizada al operador de la Planta de Concreto-Puerto, Luis Saldaña (ver imágenes 2.7.8 y 2.7.9), registró valores que se encuentran por debajo de los valores establecidos en el Reglamento Técnico Nº DGNTI-COPANIT-45-2000 (ver tabla 2.7.6).

Tabla 2.7.6. Monitoreo de Vibraciones en la Planta de Concreto-Puerto

Planta de Concreto-Puerto						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	$3,81x10^{-3}$	**1,270**	$3,84x10^{-3}$	**1,270**	$3,82x10^{-3}$	**3,560**
1,25	$3,68x10^{-3}$	**1,270**	$3,68x10^{-3}$	**1,270**	$3,68x10^{-3}$	**3,180**
1,6	$8,85x10^{-3}$	**1,270**	$8,85x10^{-3}$	**1,270**	$8,85x10^{-3}$	**2,820**

Planta de Concreto-Puerto						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000
2	$4,73x10^{-3}$	**1,270**	$4,73x10^{-3}$	**1,270**	$4,73x10^{-3}$	**2,510**
2,5	$3,66x10^{-3}$	**1,580**	$3,66x10^{-3}$	**1,580**	$3,66x10^{-3}$	**2,220**
3,15	N.D	**2,010**	N.D	**2,010**	N.D	**1,980**
4	$6,11x10^{-3}$	**2,540**	$6,11x10^{-3}$	**2,540**	$6,11x10^{-3}$	**1,780**
5	N.D	**3,170**	N.D	**3,170**	N.D	**1,780**
6,3	$5,18x10^{-3}$	**4,010**	$5,18x10^{-3}$	**4,010**	$5,18x10^{-3}$	**1,780**
8	$5,02x10^{-3}$	**5,090**	$5,02x10^{-3}$	**5,090**	$5,02x10^{-3}$	**1,780**
10	$3,67x10^{-3}$	**6,330**	$3,67x10^{-3}$	**6,330**	$3,67x10^{-3}$	**2,260**
12,5	$1,04x10^{-2}$	**7,910**	$1,04x10^{-2}$	**7,910**	$1,04x10^{-2}$	**2,830**
16	$4,10x10^{-3}$	**10,17**	$4,10x10^{-3}$	**10,17**	$4,10x10^{-3}$	**3,560**
20	$4,23x10^{-3}$	**12,66**	$4,23x10^{-3}$	**12,66**	$4,23x10^{-3}$	**4,520**
25	$4,73x10^{-3}$	**15,83**	$4,73x10^{-3}$	**15,83**	$4,73x10^{-3}$	**5,650**
31,5	$4,10x10^{-3}$	**20,07**	$4,10x10^{-3}$	**20,07**	$4,10x10^{-3}$	**7,080**
40	$4,23x10^{-3}$	**25,44**	$4,23x10^{-3}$	**25,44**	$4,23x10^{-3}$	**9,040**
50	$5,18x10^{-3}$	**31,65**	$5,18x10^{-3}$	**31,65**	$5,18x10^{-3}$	**11,31**
63	$4,10x10^{-3}$	**40,13**	$4,10x10^{-3}$	**40,13**	$4,10x10^{-3}$	**14,14**
80	$3,67x10^{-3}$	**50,87**	$3,67x10^{-3}$	**50,87**	$3,67x10^{-3}$	**17,81**

Fuente: CODESA, 2015.

N.D. No Detectable para el equipo, valor muy por debajo de 0,04 m/s que es el límite inferior.





Imágenes 2.7.8 y 2.7.9. Monitoreo de vibración realizado a Luis Saldaña, operador de la Planta de Concreto-Puerto (995986 N/ 534010 E)

Planta de Generación Eléctrica

En la tabla 2.7.7, podemos observar que los valores del monitoreo de vibraciones realizado en el asiento del operador del tractor de cadena Gilberto Quiróz, en el área de la Planta de Generación Eléctrica (ver imágenes 2.7.10 y 2.7.11) no sobrepasan los niveles normados establecidos en el Reglamento Técnico Nº DGNTI-COPANIT-45-2000.

Tabla 2.7.7. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en la Planta de Generación Eléctrica

Planta de Generación Eléctrica						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	$3,81x10^{-3}$	**1,270**	$3,83x10^{-3}$	**1,270**	$3,89x10^{-3}$	**3,560**
1,25	$3,67x10^{-3}$	**1,270**	$3,68x10^{-3}$	**1,270**	$3,68x10^{-3}$	**3,180**
1,6	$8,85x10^{-3}$	**1,270**	$8,85x10^{-3}$	**1,270**	$8,85x10^{-3}$	**2,820**

Planta de Generación Eléctrica						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
2	$4,73x10^{-3}$	**1,270**	$4,73x10^{-3}$	**1,270**	$4,73x10^{-3}$	**2,510**
2,5	$3,67x10^{-3}$	**1,580**	$3,67x10^{-3}$	**1,580**	$3,67x10^{-3}$	**2,220**
3,15	N.D	**2,010**	N.D	**2,010**	N.D	**1,980**
4	$6,11x10^{-3}$	**2,540**	$6,11x10^{-3}$	**2,540**	$6,11x10^{-3}$	**1,780**
5	N.D	**3,170**	N.D	**3,170**	N.D	**1,780**
6,3	$5,18x10^{-3}$	**4,010**	$5,18x10^{-3}$	**4,010**	$5,18x10^{-3}$	**1,780**
8	$5,02x10^{-3}$	**5,090**	$5,02x10^{-3}$	**5,090**	$5,02x10^{-3}$	**1,780**
10	$3,67x10^{-3}$	**6,330**	$3,67x10^{-3}$	**6,330**	$3,67x10^{-3}$	**2,260**
12,5	$1,04x10^{-2}$	**7,910**	$1,04x10^{-2}$	**7,910**	$1,04x10^{-2}$	**2,830**
16	$4,10x10^{-3}$	**10,17**	$4,10x10^{-3}$	**10,17**	$4,10x10^{-3}$	**3,560**
20	$4,23x10^{-3}$	**12,66**	$4,23x10^{-3}$	**12,66**	$4,23x10^{-3}$	**4,520**
25	$4,73x10^{-3}$	**15,83**	$4,73x10^{-3}$	**15,83**	$4,73x10^{-3}$	**5,650**
31,5	$4,10x10^{-3}$	**20,07**	$4,10x10^{-3}$	**20,07**	$4,10x10^{-3}$	**7,080**
40	$4,23x10^{-3}$	**25,44**	$4,23x10^{-3}$	**25,44**	$4,23x10^{-3}$	**9,040**
50	$5,18x10^{-3}$	**31,65**	$5,18x10^{-3}$	**31,65**	$5,18x10^{-3}$	**11,31**
63	$4,10x10^{-3}$	**40,13**	$4,10x10^{-3}$	**40,13**	$4,10x10^{-3}$	**14,14**
80	$3,67x10^{-3}$	**50,87**	$3,67x10^{-3}$	**50,87**	$3,67x10^{-3}$	**17,81**

Fuente: CODESA, 2015

N.D. No Detectable para el equipo, valor muy por debajo de 0,04 m/s que es el límite inferior.





Imágenes 2.7.10 y 2.7.11. Monitoreo de vibración al operador tractor de cadenas Gilberto Quiróz en el área de la Planta de Generación Eléctrica (996587 N/ 534005 E)

Rompeolas

El monitoreo realizado a Ítalo Guevara (asiento del operador de retroexcavadora) en el área del Rompeolas (ver imágenes 2.7.12 y 2.7.13), registró valores por debajo de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.7.8).

Tabla 2.7.8. Resultado del Monitoreo de Vibraciones en el Rompeolas

Rompeolas						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	$3,83x10^{-3}$	**1,270**	$4,87x10^{-3}$	**1,270**	$3,80x10^{-3}$	**3,560**
1,25	$3,68x10^{-3}$	**1,270**	$3,77x10^{-3}$	**1,270**	$3,67x10^{-3}$	**3,180**
1,6	$8,85x10^{-3}$	**1,270**	$8,85x10^{-3}$	**1,270**	$8,85x10^{-3}$	**2,820**
2	$4,73x10^{-3}$	**1,270**	$4,73x10^{-3}$	**1,270**	$4,73x10^{-3}$	**2,510**
2,5	$3,66x10^{-3}$	**1,580**	$3,67x10^{-3}$	**1,580**	$3,67x10^{-3}$	**2,220**

Rompeolas						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
3,15	N.D.	**2,010**	N.D.	**2,010**	N.D.	**1,980**
4	$6{,}11x10^{-3}$	**2,540**	$6{,}11x10^{-3}$	**2,540**	$6{,}11x10^{-3}$	**1,780**
5	N.D.	**3,170**	N.D.	**3,170**	N.D.	**1,780**
6,3	$5{,}18x10^{-3}$	**4,010**	$5{,}18x10^{-3}$	**4,010**	$5{,}18x10^{-3}$	**1,780**
8	$5{,}02x10^{-3}$	**5,090**	$5{,}02x10^{-3}$	**5,090**	$5{,}02x10^{-3}$	**1,780**
10	$3{,}67x10^{-3}$	**6,330**	$3{,}67x10^{-3}$	**6,330**	$3{,}67x10^{-3}$	**2,260**
12,5	$1{,}04x10^{-2}$	**7,910**	$1{,}04x10^{-2}$	**7,910**	$1{,}04x10^{-2}$	**2,830**
16	$4{,}10x10^{-3}$	**10,17**	$4{,}10x10^{-3}$	**10,17**	$4{,}10x10^{-3}$	**3,560**
20	$4{,}23x10^{-3}$	**12,66**	$4{,}23x10^{-3}$	**12,66**	$4{,}23x10^{-3}$	**4,520**
25	$4{,}73x10^{-3}$	**15,83**	$4{,}73x10^{-3}$	**15,83**	$4{,}73x10^{-3}$	**5,650**
31,5	$4{,}10x10^{-3}$	**20,07**	$4{,}10x10^{-3}$	**20,07**	$4{,}10x10^{-3}$	**7,080**
40	$4{,}23x10^{-3}$	**25,44**	$4{,}23x10^{-3}$	**25,44**	$4{,}23x10^{-3}$	**9,040**
50	$5{,}18x10^{-3}$	**31,65**	$5{,}18x10^{-3}$	**31,65**	$5{,}18x10^{-3}$	**11,31**
63	$4{,}10x10^{-3}$	**40,13**	$4{,}10x10^{-3}$	**40,13**	$4{,}10x10^{-3}$	**14,14**
80	$3{,}67x10^{-3}$	**50,87**	$3{,}67x10^{-3}$	**50,87**	$3{,}67x10^{-3}$	**17,81**

Fuente: CODESA, 2015

N.D. No Detectable para el equipo, valor muy por debajo de 0,04 m/s que es el límite inferior.





Imágenes 2.7.12 y 2.7.13. Monitoreo de vibración al operador de la retroexcavadora Italo Guevara en el área del Rompeolas (996964 N/ 533707 E)

Depósito de Material Estéril 45 (Punto 3)

En la tabla 2.7.9. se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en el área de Depósito de Material Estéril 45 (Punto 3) al trabajador Noé Orellana (operador de excavadora hidráulica) (ver imágenes 2.7.14 y 2.7.15), se encuentran por debajo de los valores normados en el Reglamento Técnico de referencia.

Tabla 2.7.9. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en el Depósito de Material Estéril 45 (Punto 3)

Depósito de Material Estéril 45 (Punto 3)						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	$3,83x10^{-3}$	**1,270**	$5,60x10^{-3}$	**1,270**	0,102	**3,560**
1,25	$3,67x10^{-3}$	**1,270**	$4,82x10^{-3}$	**1,270**	$8,82x10^{-2}$	**3,180**
1,6	$8,85x10^{-3}$	**1,270**	N.D.	**1,270**	$6,93x10^{-2}$	**2,820**

Depósito de Material Estéril 45 (Punto 3)						
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
2	$4{,}73x10^{-3}$	**1,270**	$6{,}11x10^{-3}$	**1,270**	$9{,}13x10^{-2}$	**2,510**
2,5	$3{,}66x10^{-3}$	**1,580**	N.D.	**1,580**	$9{,}38x10^{-2}$	**2,220**
3,15	N.D.	**2,010**	$5{,}18x10^{-3}$	**2,010**	$9{,}99x10^{-2}$	**1,980**
4	$6{,}11x10^{-3}$	**2,540**	$4{,}10x10^{-3}$	**2,540**	0,121	**1,780**
5	N.D.	**3,170**	$3{,}67x10^{-3}$	**3,170**	0,108	**1,780**
6,3	$5{,}18x10^{-3}$	**4,010**	$1{,}10x10^{-3}$	**4,010**	$8{,}42x10^{-2}$	**1,780**
8	$5{,}02x10^{-3}$	**5,090**	$5{,}02x10^{-3}$	**5,090**	$8{,}69x10^{-2}$	**1,780**
10	$3{,}67x10^{-3}$	**6,330**	$4{,}23x10^{-3}$	**6,330**	0,102	**2,260**
12,5	$1{,}04x10^{-2}$	**7,910**	N.D.	**7,910**	$6{,}75x10^{-2}$	**2,830**
16	$4{,}10x10^{-3}$	**10,17**	$6{,}11x10^{-3}$	**10,17**	$8{,}03x10^{-2}$	**3,560**
20	$4{,}23x10^{-3}$	**12,66**	N.D.	**12,66**	$6{,}33x10^{-2}$	**4,520**
25	$4{,}73x10^{-3}$	**15,83**	$4{,}73x10^{-3}$	**15,83**	$5{,}49x10^{-2}$	**5,650**
31,5	$4{,}10x10^{-3}$	**20,07**	$3{,}67x10^{-3}$	**20,07**	$7{,}47x10^{-2}$	**7,080**
40	$4{,}23x10^{-3}$	**25,44**	$4{,}23x10^{-3}$	**25,44**	$5{,}45x10^{-2}$	**9,040**
50	$5{,}18x10^{-3}$	**31,65**	$1{,}10x10^{-2}$	**31,65**	$5{,}46x10^{-2}$	**11,31**
63	$4{,}10x10^{-3}$	**40,13**	$4{,}73x10^{-3}$	**40,13**	$5{,}86x10^{-2}$	**14,14**
80	$3{,}67x10^{-3}$	**50,87**	$4{,}23x10^{-3}$	**50,87**	$4{,}07x10^{-2}$	**17,81**

Fuente: CODESA, 2015.

N.D. No Detectable para el equipo, valor muy por debajo de 0,04 m/s que es el límite inferior





Imágenes 2.7.14 y 2.7.15. Monitoreo de vibración al operador de la excavadora hidráulica Noé Orellana en el área del Depósito de Material Estéril 45 (Punto 3) (995461 N/ 533795 E)

De acuerdo a los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en las diferentes áreas del Proyecto "Mina de Cobre Panamá", los trabajadores no se encuentran propensos a alteraciones de la salud por la exposición a vibraciones; además, se evidenció que todos los asientos de las maquinarias utilizadas por los trabajadores contaban con un sistema de resorte para minimizar las vibraciones.

En el caso del monitoreo realizado en la Planta de Concreto de Puerto, el puesto de trabajo no contaba con un sistema para minimizar las vibraciones; sin embargo, el trabajador no ve afectada su salud por la exposición a vibraciones.

2.7.7 Conclusión

Los valores medidos en las direcciones espaciales X, Y y Z a los trabajadores de las diferentes áreas del Proyecto "Mina de Cobre Panamá" cumplen con el límite máximo establecido en el Reglamento Técnico DGNTI[5]-COPANIT[6] 45; por lo tanto, se concluye que las actividades que realizan los trabajadores no afectan su salud.

---

[5] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial
[6] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

2.7.8. Recomendaciones

- Continuar brindándoles charlas al personal sobre el uso correcto del equipo de protección personal y la implementación de medidas de higiene.
- Mantener la información a los trabajadores al momento de iniciar la relación obrero patronal, sobre las posibles alteraciones de la salud, debido a la exposición de vibraciones en el área de trabajo.
- Continuar el monitoreo de los niveles de vibraciones de las maquinarias que se encuentran en el Proyecto.

2.7.9. Bibliografía

- ISO (Organización Internacional de Normalización). 1997. Norma ISO 2631-1:1997 Vibraciones y choques mecánicos. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo. Parte 1: Requerimientos generales.
- MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2000. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones. República de Panamá. Gaceta Oficial 24163, miércoles 18 de octubre de 2000. pp. 8-18. Disponible en: http://www.cnpml.org.pa/cnpml/leyes_normas/copanit_45_2000_vibraciones.pdf .
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2001. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Tercera Edición, pp. 50.1-50.17. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf
- Pichardo, G. & Jiménez, M. 2007. Vibraciones y Salud en el trabajo. Revisión Bibliográfica. México. 16 p. Disponible en: http://exposicionesvirtuales.com/so_images/7597/vibraciones.pdf

Anexos

Anexo 2.7.1

Data generada por el equipo durante las mediciones

Depósito de Material Estéril (Punto 1)

Global results

Data	X Value	X Unit	Y Value	Y Unit	Z Value	Z Unit
Spectrum						
0.8Hz	5.06E-2	m/s²	0.136	m/s²	5.90E-3	m/s²
1Hz	5.72E-2	m/s²	0.164	m/s²	4.14E-3	m/s²
1.25Hz	4.85E-2	m/s²	0.231	m/s²	3.67E-3	m/s²
1.6Hz	6.04E-2	m/s²	0.285	m/s²	5.18E-3	m/s²
2Hz	0.108	m/s²	0.345	m/s²	3.67E-3	m/s²
2.5Hz	0.335	m/s²	0.362	m/s²	3.66E-3	m/s²
3.15Hz	0.925	m/s²	0.310	m/s²	1.10E-2	m/s²
4Hz	0.511	m/s²	0.385	m/s²	4.73E-3	m/s²
5Hz	0.402	m/s²	0.678	m/s²	4.49E-3	m/s²
6.3Hz	0.631	m/s²	1.12	m/s²	8.85E-3	m/s²
8Hz	0.373	m/s²	1.15	m/s²	4.73E-3	m/s²
10Hz	0.457	m/s²	0.601	m/s²	4.49E-3	m/s²
12.5Hz	0.363	m/s²	0.314	m/s²	8.85E-3	m/s²
16Hz	0.362	m/s²	0.454	m/s²	5.02E-3	m/s²
20Hz	0.387	m/s²	0.567	m/s²	3.67E-3	m/s²
25Hz	0.463	m/s²	0.544	m/s²	1.10E-2	m/s²
31.5Hz	0.476	m/s²	0.550	m/s²	3.67E-3	m/s²
40Hz	0.509	m/s²	0.400	m/s²	4.10E-3	m/s²
50Hz	0.404	m/s²	0.220	m/s²	1.40E-45	m/s²
63Hz	0.208	m/s²	0.142	m/s²	6.11E-3	m/s²
80Hz	0.138	m/s²	0.102	m/s²	1.40E-45	m/s²

Depósito de Material Estéril (Punto 2)

Global results

Data	X Value	X Unit	Y Value	Y Unit	Z Value	Z Unit
Spectrum						
0.8Hz	5.28E-2	m/s²	3.69E-2	m/s²	1.01E-2	m/s²
1Hz	1.15E-2	m/s²	8.42E-3	m/s²	4.09E-3	m/s²
1.25Hz	4.49E-3	m/s²	4.10E-3	m/s²	3.69E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²	8.77E-3	m/s²	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²	4.74E-3	m/s²	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.67E-3	m/s²	3.68E-3	m/s²	3.66E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²	1.40E-45	m/s²	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.15E-3	m/s²	6.14E-3	m/s²	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²	1.40E-45	m/s²	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²	5.18E-3	m/s²	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²	5.01E-3	m/s²	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²	3.66E-3	m/s²	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²	1.04E-2	m/s²	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²	4.10E-3	m/s²	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²	4.23E-3	m/s²	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²	4.73E-3	m/s²	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²	4.10E-3	m/s²	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²	4.23E-3	m/s²	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²	5.18E-3	m/s²	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²	4.10E-3	m/s²	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²	3.66E-3	m/s²	3.67E-3	m/s²

Túnel de Decantación (Decant Tunnel)

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	6.91E-3	m/s²
1Hz	3.79E-3	m/s²
1.25Hz	3.67E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.66E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	6.51E-3	m/s²
1Hz	3.78E-3	m/s²
1.25Hz	3.67E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.66E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	6.54E-3	m/s²
1Hz	3.77E-3	m/s²
1.25Hz	3.67E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.67E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Planta de Concreto-Puerto

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	6.99E-3	m/s²
1Hz	3.81E-3	m/s²
1.25Hz	3.68E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.66E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.77E-3	m/s²
1Hz	3.84E-3	m/s²
1.25Hz	3.68E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.66E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.00E-3	m/s²
1Hz	3.82E-3	m/s²
1.25Hz	3.68E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.66E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Planta de Generación Eléctrica

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	6.57E-3	m/s²
1Hz	3.81E-3	m/s²
1.25Hz	3.67E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.67E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.69E-3	m/s²
1Hz	3.83E-3	m/s²
1.25Hz	3.68E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.67E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	8.13E-3	m/s²
1Hz	3.89E-3	m/s²
1.25Hz	3.68E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.67E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Rompeolas

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.67E-3	m/s²
1Hz	3.83E-3	m/s²
1.25Hz	3.68E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.66E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.38E-2	m/s²
1Hz	4.87E-3	m/s²
1.25Hz	3.77E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.67E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	6.99E-3	m/s²
1Hz	3.80E-3	m/s²
1.25Hz	3.67E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.67E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Depósito de Material Estéril 45 (Punto 3)

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.64E-3	m/s²
1Hz	3.83E-3	m/s²
1.25Hz	3.67E-3	m/s²
1.6Hz	8.85E-3	m/s²
2Hz	4.73E-3	m/s²
2.5Hz	3.66E-3	m/s²
3.15Hz	1.40E-45	m/s²
4Hz	6.11E-3	m/s²
5Hz	1.40E-45	m/s²
6.3Hz	5.18E-3	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	3.67E-3	m/s²
12.5Hz	1.04E-2	m/s²
16Hz	4.10E-3	m/s²
20Hz	4.23E-3	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	4.10E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	5.18E-3	m/s²
63Hz	4.10E-3	m/s²
80Hz	3.67E-3	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.36E-2	m/s²
1Hz	5.60E-3	m/s²
1.25Hz	4.82E-3	m/s²
1.6Hz	1.40E-45	m/s²
2Hz	6.11E-3	m/s²
2.5Hz	1.40E-45	m/s²
3.15Hz	5.18E-3	m/s²
4Hz	4.10E-3	m/s²
5Hz	3.67E-3	m/s²
6.3Hz	1.10E-2	m/s²
8Hz	5.02E-3	m/s²
10Hz	4.23E-3	m/s²
12.5Hz	1.40E-45	m/s²
16Hz	6.11E-3	m/s²
20Hz	1.40E-45	m/s²
25Hz	4.73E-3	m/s²
31.5Hz	3.67E-3	m/s²
40Hz	4.23E-3	m/s²
50Hz	1.10E-2	m/s²
63Hz	4.73E-3	m/s²
80Hz	4.23E-3	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	8.70E-2	m/s²
1Hz	0.102	m/s²
1.25Hz	8.82E-2	m/s²
1.6Hz	6.93E-2	m/s²
2Hz	9.13E-2	m/s²
2.5Hz	9.38E-2	m/s²
3.15Hz	9.99E-2	m/s²
4Hz	0.121	m/s²
5Hz	0.108	m/s²
6.3Hz	8.46E-2	m/s²
8Hz	8.69E-2	m/s²
10Hz	0.102	m/s²
12.5Hz	6.75E-2	m/s²
16Hz	8.03E-2	m/s²
20Hz	6.33E-2	m/s²
25Hz	5.49E-2	m/s²
31.5Hz	7.47E-2	m/s²
40Hz	5.45E-2	m/s²
50Hz	5.46E-2	m/s²
63Hz	5.86E-2	m/s²
80Hz	4.07E-2	m/s²

Anexo 2.7.2

Certificado de calibración del equipo

CASELLA CEL

Certificate of Conformity and Calibration

CEL-DTE-T-12-PVE-63479



Designation	Vibration meter
Manufacturer	Casella CEL
Type	CEL - 960
Serial number	20152
Indentification number	

Applicable standards:

ISO 8041 (2005)

Declaration of conformity

This test certificate confirms that the instrument specified above has been successfully tested to comply with the manufacturer's published specifications.

Tests are performed using equipment traceable to national standards (E.A.) in accordance with Casella's ISO 9001:2000 quality procedures.

This product is certified as being compliant to the requirements of the EC Directive.

This certificate includes **5** pages

HEAD OF TECHNICAL SERVICES

S. Tearle.

Stephen Tearle

Casella CEL
Regent House
Wolsely Road
Kempston
Bedford
MK42 7JY

Phone: +44 (0) 1234 844100
Fax:- +44(0) 1234 841490
E-mail: info@casellacel.com
Web: www.casellacel.com

TEST SUMMARY:

Level linearity
Frequency weighting response
Overload indicator

CALIBRATION METHOD

Prior to calibration, the instrument was left in an air-conditioned room.
An adapter is used to apply the electrical signal to the vibration meter. The level of the input signal is adjusted to obtain the same indication as that of the vibration calibration.

CALIBRATION CONDITIONS

Date of Calibration	27/05/2014
Operator Name	Olivier Hiesse
Calibration instruction	P118-NOT-01
Static pressure	996.1 hPa
Temperature	22.5 °C
Relative humidity	47.7 %RH

INSTRUMENTS USED FOR CALIBRATION

Designation	Manufacturer	Type	Serial number	Identification number
Waveform generator	Hewlett-Packard	HP 33120 A	US 36028927	1153
Attenuator	01 dB-Metravib	---	---	1325
Attenuator	01 dB-Metravib	---	---	1114

RESULTS

Conformity decision is granted according to tolerance descriptions of the following standard ISO 8041 (2005)

Anexo 2.7.3

Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá

REPÚBLICA DE PANAMÁ
ASAMBLEA LEGISLATIVA
LEGISPAN
LEGISLACIÓN DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

Tipo de Norma: RESOLUCION

Número: 505 Referencia:

Año: 1999 Fecha(dd-mm-aaaa): 06-10-1999

Titulo: (REGLAMENTO TECNICO DGNTI-COPANIT-45-2000. HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.)

Dictada por: MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Gaceta Oficial: 24163 Publicada el: 18-10-2000

Rama del Derecho: DER. DE TRABAJO, DER. INDUSTRIAL Y DE MINAS

Palabras Claves: Normas técnicas y especificaciones, Salud y seguridad ocupacional, Ruido

Páginas: 12 Tamaño en Mb: 1.223

Rollo: 513 Posición: 3827

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y
TECNOLOGIA INDUSTRIAL
RESOLUCION Nº 505
(De 6 de octubre de 1999)

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

REGLAMENTO TÉCNICO
DGNTI – COPANIT 45 – 2000

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD
EN AMBIENTES DE TRABAJO DONDE SE
GENEREN VIBRACIONES.

TABLA N° 1: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DEL EJE "Z".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s² Tiempo de exposición diaria							
(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min	7.5 min	<5 min.
1.00	0.630	0.880	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.180
1.25	0.560	0.790	1.130	1.590	2.250	3.180	4.500	5.520
1.60	0.500	0.700	1.000	1.410	2.000	2.820	4.000	4.900
2.00	0.450	0.620	0.890	1.250	1.770	2.510	3.550	4.350
2.50	0.400	0.550	0.790	1.110	1.580	2.220	3.150	3.860
3.15	0.355	0.490	0.700	1.950	1.400	1.980	2.800	3.430
4.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
5.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
6.30	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
8.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.050
10.00	0.400	0.570	0.800	1.130	1.600	2.260	3.200	3.920
12.50	0.500	0.710	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	4.900
16.00	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.170
20.00	0.800	1.330	1.600	2.260	3.200	4.520	6.390	7.830
25.00	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	5.650	7.990	9.790
31.50	1.250	1.770	2.500	3.530	5.000	7.080	9.990	12.24
40.00	1.600	2.260	3.200	4.520	6.400	9.040	12.79	15.67
50.00	2.000	2.830	4.000	5.650	8.000	11.31	15.99	19.59
63.00	2.500	3.540	5.000	7.070	10.00	14.14	19.99	24.49
80.00	3.150	4.450	6.300	8.910	12.59	17.81	25.18	30.85

TABLA N°2: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DE LOS EJES " X" y " Y".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s² Tiempo de exposición diaria							
(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min	< 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0.555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.950
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3.960	5.600	7.910	11.95	13.71
16.00	1.800	2.540	3.600	5.090	7.200	10.17	14.39	17.62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11.19	15.83	22.38	27.42
31.50	3.550	5.020	7.100	10.04	14.19	20.07	28.37	34.76
40.00	4.500	6.360	9.000	12.72	17.99	25.44	35.97	44.06
50.00	5.600	7.920	11.20	15.83	22.39	31.65	44.76	64.83
63.00	7.100	10.04	14.20	20.07	28.38	40.13	56.75	69.52
80.00	9.000	12.73	17.99	25.44	35.98	50.87	71.93	88.12

Anexo 2.7.4
Cadenas de Custodia